

OPTIMASI POLA PENYUSUNAN BARANG DALAM RUANG TIGA DIMENSI MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHMS

Kartika Gunadi, Irwan Kristanto Julistiono

Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra

e-mail : kgunadi@petra.ac.id, irwankj@petra.ac.id

Beny Hariyanto

Alumni Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Petra

e-mail : beny_wong@yahoo.com

ABSTRAK: Pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi, contohnya kontainer, harus bisa seoptimal mungkin untuk menekan biaya pengiriman dalam berbisnis. Algoritma genetik sebagai metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik, mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi. Dengan memasukkan inputan berupa spesifikasi ruang dan barang beserta probabilitas ketiga operator algoritma genetik, proses optimasi akan menemukan pola susunan barang berdasarkan *fitness* atau nilai terbaik, yaitu semakin sedikit ruang kosong yang tersisa.

Kata kunci: optimasi, penyusunan barang, algoritma genetika.

ABSTRACT: The good arrangement pattern in the three dimension space, for example container, must be made as optimal as possible to keep the dispatch cost down. Genetic algorithms as the solution search methods which depends on the natural selection to get an individual with the best gene arrangement, is able to give the solution towards how the good arrangement pattern is optimized through iteration process until some generations with reproduction, crossover, and mutation operators. By inserting some input such as the space and goods specification, and the probability of the three genetic algorithms operator, the optimization process will look for the good arrangement pattern based on fitness or the best grade, that is the fewer empty space left.

Keywords: optimization, good arrangement, genetic algorithms.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin berkembangnya dunia usaha, dituntut pula efisiensi disegala bidang untuk menekan biaya yang dikeluarkan dengan tujuan semakin meningkatkan laba yang didapat. Salah satu faktor yang sering menimbulkan besarnya biaya pengeluaran dalam dunia usaha adalah proses pengiriman barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan jasa transportasi.

Dapat diambil contoh misalnya penyusunan letak barang dalam sebuah kontainer yang tidak optimal akan membutuhkan biaya yang berlipat ganda karena dibutuhkan kontainer lain untuk mengangkut sisa barang yang seharusnya bisa dimasukkan hanya

dalam satu kontainer saja apabila penyusunan letak barang didalamnya dioptimalkan.

Kasus lain yang sering terjadi adalah banyak terdapat ruang kosong dalam gudang penyimpanan karena pola penyusunan barang yang tidak optimal, sehingga dibutuhkan gudang lain untuk menampung sisa barang yang ada.

Melihat kedua contoh kasus diatas dapat disimpulkan bahwa optimasi mempunyai peran yang sangat penting dalam dunia usaha untuk menekan biaya pengeluaran seminimal mungkin.

2. ALGORITMA GENETIK

Algoritma genetik adalah sebuah metode algoritma yang bertujuan untuk mencari solusi suatu masalah dengan pola yang paling optimal. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh John Holland beserta kolega dan murid-muridnya di Universitas Michigan.

Selanjutnya algoritma genetik banyak dikembangkan dan di gunakan dalam ilmu kedokteran dan biologi, yaitu untuk menemukan susunan-susunan gen yang terbaik dalam tubuh manusia, binatang maupun tumbuhan dengan menggabungkan antara metode *reproduction* (reproduksi), *crossover* (pindah silang), *mutation* (mutasi) dan *termination* (terminasi).

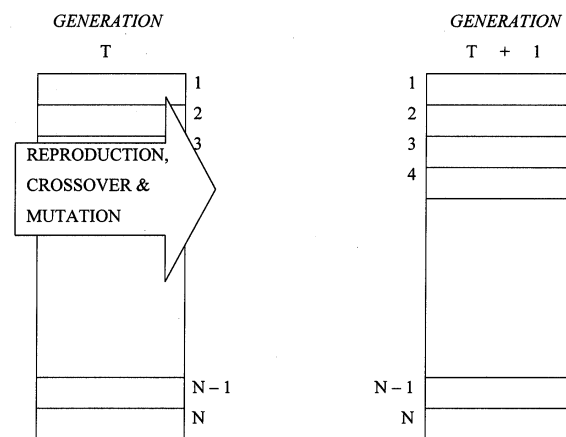
Solusi yang didapat dari berbagai penggabungan metode tersebut dinamakan *chromosome* (kromosom) dengan *fitness* (nilai kemampuan untuk bertahan hidup pada generasi selanjutnya) tertentu, dimana setiap kromosom yang terdiri dari susunan banyak *gene* (gen) mewakili satu individu dalam setiap *population* (populasi) pada satu *generation* (generasi). Pencarian susunan gen-gen terbaik ini membutuhkan waktu yang cukup lama seiring dengan proses evolusi yang ada.

Algoritma genetik memiliki perbedaan mendasar dalam empat hal jika dibandingkan dengan metode algoritma pencarian solusi yang lain yaitu :

- Algoritma genetik memanipulasi himpunan parameter yang terkode, bukan secara langsung pada parameter tersebut.
- Algoritma genetik melakukan pencarian dari suatu populasi titik, bukan dari satu titik tunggal yang bersifat heuristik.
- Algoritma genetik memanfaatkan informasi yang ada secara langsung dan tidak memanfaatkan derivasi atau pengetahuan tambahan yang lainnya.
- Algoritma genetik menggunakan aturan transisi yang probabilistik, bukan aturan yang deterministik.

Kebanyakan penelitian algoritma genetik difokuskan pada tiga operator utamanya yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi, disamping operator terminasi yang berfungsi untuk menentukan kapan proses iterasi harus

berakhir. Berikut ini adalah struktur umum dari algoritma genetik:



Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa individu-individu *parent* dalam “GENERATION T” akan mengalami proses-proses algoritma genetik yaitu *reproduction*, *crossover*, dan *mutation* untuk menghasilkan individu-individu baru (*offspring*) pada “GENERATION T+1”.

2.1 Operator Reproduksi (*Reproduction*)

Prinsip kerja dari operator reproduksi yaitu membangkitkan nilai-nilai random gen dari individu sebelumnya (*parent*) untuk ditempatkan dalam kromosom baru (*offspring*) yang mewakili satu individu pada generasi selanjutnya. Berikut ini adalah ilustrasi dari cara kerja operator reproduksi :

Kromosom *parent* (individu lama)

B1	B2	B3	B4	B5
----	----	----	----	----

–

Nilai random reproduksi (*r*)

4, 2, 5, 3, 1

–

Kromosom *offspring* (individu baru)

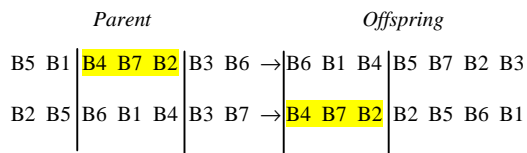
B4	B2	B5	B3	B1
----	----	----	----	----

2.2 Operator Pindah Silang (*Crossover*)

Operator pindah silang mempunyai peran yang paling penting dalam algoritma genetik karena didalamnya terdapat proses perkawinan (persilangan) gen antara dua

individu (*parent*) yang menghasilkan dua individu baru (*offspring*) pada generasi berikutnya. Berikut ini adalah ilustrasi dari cara kerja operator pindah silang:

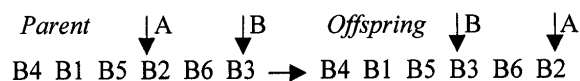
Nilai random *crossover* (c) = 3 dan 6



2.3 Operator Mutasi (*Mutation*)

Prinsip kerja dari operator mutasi yaitu memunculkan dua nilai random (m) dari jumlah gen yang ada dalam kromosom dengan catatan kedua nilai tersebut tidak boleh sama. Setelah memunculkan dua nilai random maka dua gen yang berada pada posisi kedua nilai random tersebut saling bertukar tempat seperti pada contoh berikut ini:

Nilai random *mutasi* (m) = 4 dan 6



3. RELEVANSI DAN TEKNIK PEMROGRAMAN

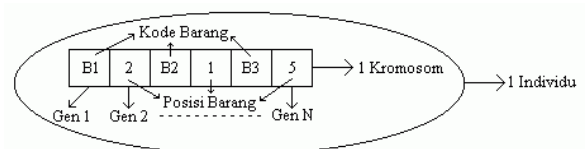
Algoritma genetik dipakai dalam menyelesaikan masalah optimasi pola penyusunan barang dengan tujuan mencari pola susunan barang yang paling optimal jika diketahui terdapat bermacam-macam ukuran barang berbentuk kotak atau balok yang akan dimasukkan kedalam sebuah ruang tiga dimensi berbentuk kotak atau balok juga.

Parameter optimal atau tidak dapat dilihat dari sisa ruang kosong yang masih ada jika terdapat beberapa barang yang tidak muat untuk dimasukkan ke dalam ruang. Semakin sedikit ruang kosong yang ada dengan pola susunan barang tertentu akan menjadi solusi terbaik bagi masalah optimasi pola penyusunan barang.

Tabel berikut ini menjelaskan istilah-istilah algoritma genetik yang digunakan dalam optimasi pola penyusunan barang.

Gen	Setiap gen mewakili satu barang beserta posisinya didalam kromosom
Alele	Nilai dari gen, terdiri dari kode barang, panjang, lebar, dan tinggi barang
Lokus	Posisi dari gen pada suatu kromosom
Genotip	Penulisan rangkaian kode barang dalam kromosom
Kromosom	Terdiri dari gen-gen sebanyak <i>input</i> dari <i>user</i>
Penotip	Pembacaan rangkaian kode barang dalam kromosom untuk disusun dalam ruang tiga dimensi
Evaluasi	Proses penyusunan barang (gen) dalam ruang untuk mendapatkan <i>fitness</i> dari setiap individu
Individu	Terdiri dari sebuah kromosom yang memiliki <i>fitness</i> tertentu
Populasi	Terdiri dari beberapa individu
Seleksi	Proses seleksi suatu individu yang ada dalam populasi berdasarkan nilai probabilitasnya
Fitness	Nilai dari individu yang mewakili satuan ruang yang terisi oleh barang (semakin tinggi nilai <i>fitness</i> semakin optimal pula pola penyusunan barang)

Berikut ini adalah contoh ilustrasi penempatan kode-kode (*coding*) barang beserta posisinya sebagai gen-gen dalam suatu rangkaian kromosom pada satu individu:



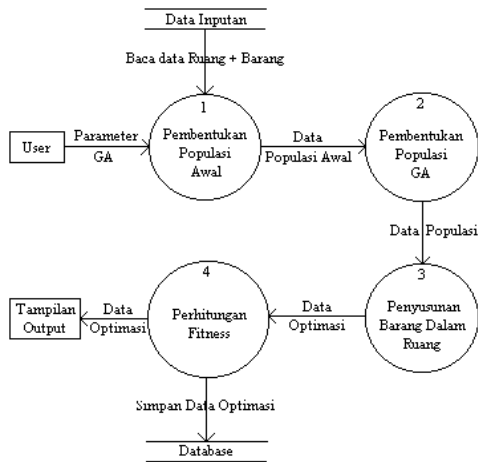
Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa sebuah individu memiliki satu kromosom yang terdiri dari banyak gen, dimana setiap gen yang ada mewakili satu barang dengan kode barang sebagai identitasnya. Sedangkan setiap gen yang berada disamping gen yang berisikan kode barang mewakili satu dari enam posisi penempatan barang yang ada dalam ruang tiga dimensi

Ketiga operator algoritma genetik yaitu reproduksi, pindah silang, dan mutasi dipakai dalam optimasi pola penyusunan barang berdasarkan probabilitas yang dimasukkan oleh *user*. Mulai generasi kedua sampai iterasi maksimum dilakukan random nilai probabilitas (antara 0-1) untuk menentukan operator algoritma genetik apa yang akan dipakai pada proses penempatan gen dalam kromosom baru (*offspring*). Jadi

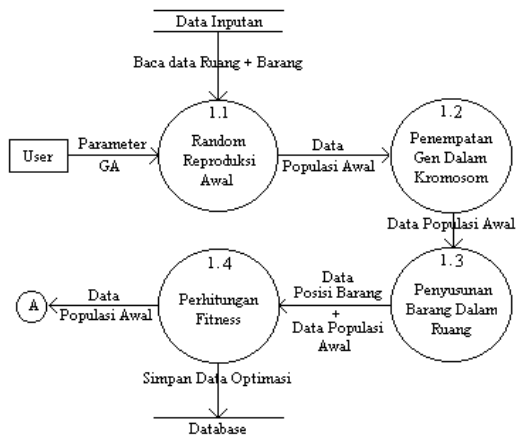
jumlah ketiga probabilitas operator harus sama dengan satu.

3.1 Data Flow Diagram Proses Optimasi

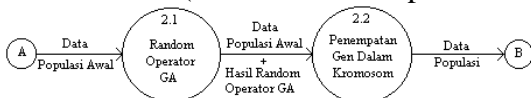
DFD Level 1



DFD Level 2 (Pembentukan Populasi Awal)



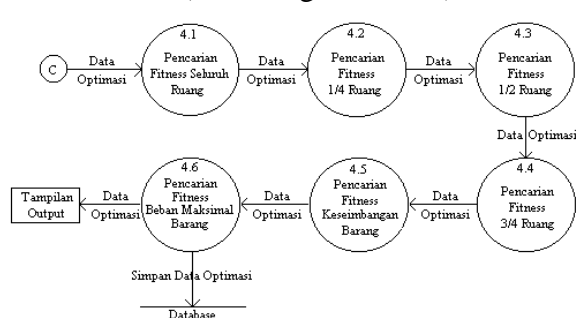
DFD Level 2 (Pembentukan Populasi GA)



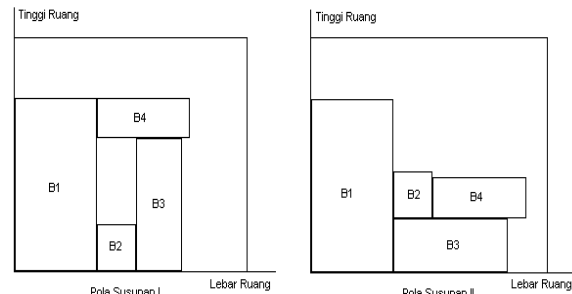
DFD Level 2 (Penyusunan Barang dalam Ruang)



DFD Level 2 (Perhitungan Fitness)

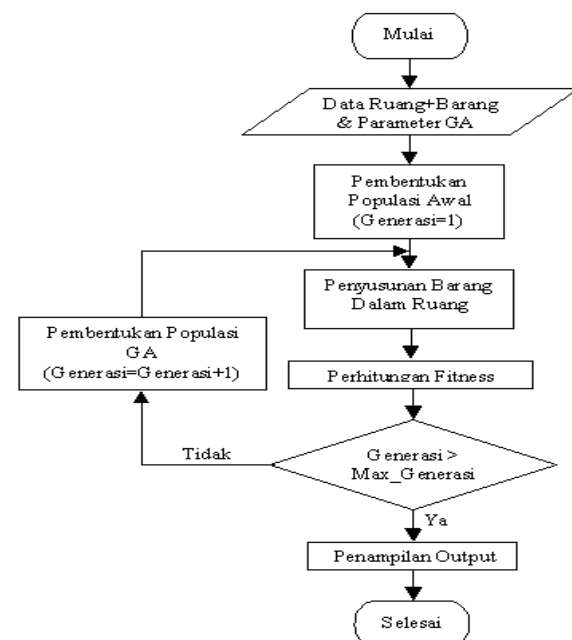


Perhitungan *fitness* dalam $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ tinggi ruang dimaksudkan untuk mengantisipasi apabila terdapat *fitness* yang sama besar dari dua individu. Contoh hasil *fitness* yang sama besar dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa *fitness* yang didapat dari pola susunan I dan pola susunan II adalah sama besar jika dipakai teknik menghitung jumlah satuan ruang yang terisi oleh barang, karena seluruh barang dapat dimasukkan ke dalam ruang. Tetapi jika dilihat secara tampilan tiga dimensi, maka pola susunan II lebih baik untuk diterapkan daripada pola susunan I karena tidak terdapat rongga kosong diantara tumpukan barang. Oleh karena itu diperlukan teknik perhitungan *fitness* dalam $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ tinggi ruang yang mencari jumlah satuan ruang terkecil yang tidak terisi oleh barang untuk dijadikan pola susunan dengan *fitness* terbaik.

Berikut ini adalah *flowchart* yang secara umum menjelaskan proses perulangan pada *Data Flow Diagram* diatas:



4. KESIMPULAN

- Algoritma genetik sebagai salah satu metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam dapat diaplikasikan untuk mencari pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi yang paling optimal.
- Operator algoritma genetik yang paling berperan dalam proses pencarian individu terbaik adalah reproduksi, pindah silang, dan mutasi.
- Semakin banyak generasi dan jumlah individu yang dimunculkan dalam menjalankan algoritma genetik semakin membuka peluang untuk mendapatkan individu dengan susunan gen-gen (*fitness*) terbaik.
- Proses penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi memperhatikan hal-hal sebagai berikut :
 - Beban maksimal yang dapat ditampung oleh ruang
 - Beban maksimal yang dapat ditampung oleh barang
 - Keseimbangan posisi barang terhadap barang dibawahnya agar tumpukan tidak roboh.
- Pencarian *fitness* didasarkan pada hal-hal berikut ini :
 - Jumlah satuan ruang yang terisi oleh barang. Semakin banyak jumlah satuan ruang yang terisi maka semakin tinggi pula *fitness* dari pola susunan barang yang ada didalamnya.
 - Jumlah barang yang seimbang posisinya (tidak roboh). Semakin banyak barang yang tidak roboh saat penyusunan maka semakin tinggi pula *fitness* dari pola susunan barang tersebut.
 - Jumlah barang yang utuh (tidak rusak). Semakin banyak barang yang utuh maka semakin tinggi pula *fitness* dari pola susunan barang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Goldberg, David E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*, Canada: Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 1989.
2. Obitko, Marek, *Introduction to Genetic Algorithms*, [<http://cs.felk.cvut.cz/~xobitco/ga/>], 1998.
3. Yurchenko, Nikita, *3D Load Packer (CD-Rom Version 1.47)*, Astrokettle, 2000.
4. Pimpawat, C., & Chaiyaratana, N., *Using A Co-Operative Co-Evolutionary Genetic Algorithm To Solve A Three-Dimensional Container Loading Problem*. Proceedings of the 2001 IEEE Congress on Evolutionary Computation, Seoul, Korea, 2001.
5. Yogananta, I Nyoman B., *Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Optimasi Pengemasan Persegi Panjang dengan Menggunakan Algoritma Genetik*, Surabaya: Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2000.